

$$\left. \begin{array}{l}
 n = 3; l = 0 \} 2el. \\
 \quad \quad \quad l = 1 \} 6el. \\
 \left. \begin{array}{l}
 l = 2; m = 0 \\
 \quad \quad m = 1 \\
 \quad \quad m = -1
 \end{array} \right\} 6el. \\
 \quad \quad \quad m = 2; m_s = \pm \frac{1}{2} \\
 \quad \quad \quad m = -2; m_s = \pm \frac{1}{2}
 \end{array} \right\} 10el.
 \end{array} \right\} 18el.$$

Wszystkie elektrony, które mają tę samą wartość n tworzą *powłokę*. Ogólnie na n -tej powłoce może znajdować się maksymalnie znajduje się $2n^2$ elektronów.

Na danej powłoce, elektrony, które mają określoną wartość l tworzą *podpowłokę*. Zgodnie z ustaloną konwencją, przyjmuje się następujące symbole podpowłok:

$l=0$ (stan s)
 $l=1$ (stan p)
 $l=2$ (stan d)
 $l=3$ (stan f)
 $l=4$ (stan g)
 ... dalej alfabetycznie

Układ okresowy

Opisany powyżej mechanizm obsadzania powłok i podpowłok atomów wyjaśnia budowę układu okresowego (tablicy Mendelejewa).

grupa

okres

Rys. 29. Schemat układu okresowego

W każdej grupie wypełnienie ostatniej podpowłoki jest bardzo podobne, co daje taką samą lub bardzo podobną wartościowość pierwiastków.

Charakterystyczne własności mają pierwiastki z grupy Ia i VIIa.

W grupie Ia (H, Li, Na, K, Rb, Cs, Fr) występują wodór i jedno-wartościowe metale (z wartościowością dodatnią); w pierwiastkach tej grupy rozpoczęte jest obsadzanie nowej podpowłoki s ; np. Li $1s^2 2s^1$. Pierwiastki te w reakcjach chemicznych łatwo oddają ten jeden, najbardziej zewnętrzny, elektron i dlatego posiadają wartościowość dodatnią

W grupie VIIa (F, Cl, Br, J, At) – jest niedomknięta ostatnia podpowłoka; np. Cl: (Ne) $3s^2 3p^5$. Pierwiastki te łatwo przyłączają jeden elektron i dlatego wykazują wartościowość ujemną. Pierwiastki te bardzo chętnie w reakcję z pierwiastkami grupy Ia (np.: $\text{Na} + \text{Cl} \rightarrow \text{Na Cl}$).

W każdym okresie występuje przejście od aktywnego metalu poprzez mniej aktywny metal i słabo aktywny niemetal do bardzo aktywnego niemetalu, a w końcu do gazu szlachetnego.

Między grupami IIa i IIIa występują pierwiastki przejściowe (metale). Własności każdego z nich są zbliżone do sąsiadów w danym okresie. Spowodowane to jest tym, że w kolejnych pierwiastkach rozbudowywana jest przedostatnia podpowłoka, przy niezmienionej ostatniej (np. w okresie 6 rozbudowana przedostatnia podpowłoka $5d$, a ostatnia nie zmieniona: $6s^2$). A własności chemiczne wyznaczane są głównie strukturą ostatniej podpowłoki.

Układ okresowy posiada, jak gdyby, „trzeci wymiar”. Tworzą go aktynowce i lantanowce. W lantanowcach rozbudowana jest trzecia od końca podpowłoka ($4f$); dwie ostatnie: $5d^0$ i $6s^2$ są takie same. Zatem pierwiastki te mają praktycznie te same własności. Podobnie jest z aktynowcami. Lantanowce i Aktynowce nazywane są metalami ziem rzadkich.

Na koniec zauważmy, że własności ferromagnetyczne Fe, Co i Ni wynikają z niekompletnego obsadzenia orbity $3d$. Elektrony tej orbity nie łączą się parami o przeciwnie ustawionych własnych momentach pędu (spinach), przez co posiadają duży moment magnetyczny (pięć elektronów ma równoległe momenty magnetyczne).

Uwagi o sprzężeniach momentów pędów

Powstaje pytanie, w jaki sposób sumują się orbitalne i własne momenty pędu. Jest to zagadnienie w ogólności złożone, ale w wielu przypadkach można uzyskać poprawny wynik używając tzw. modelu wektorowego.

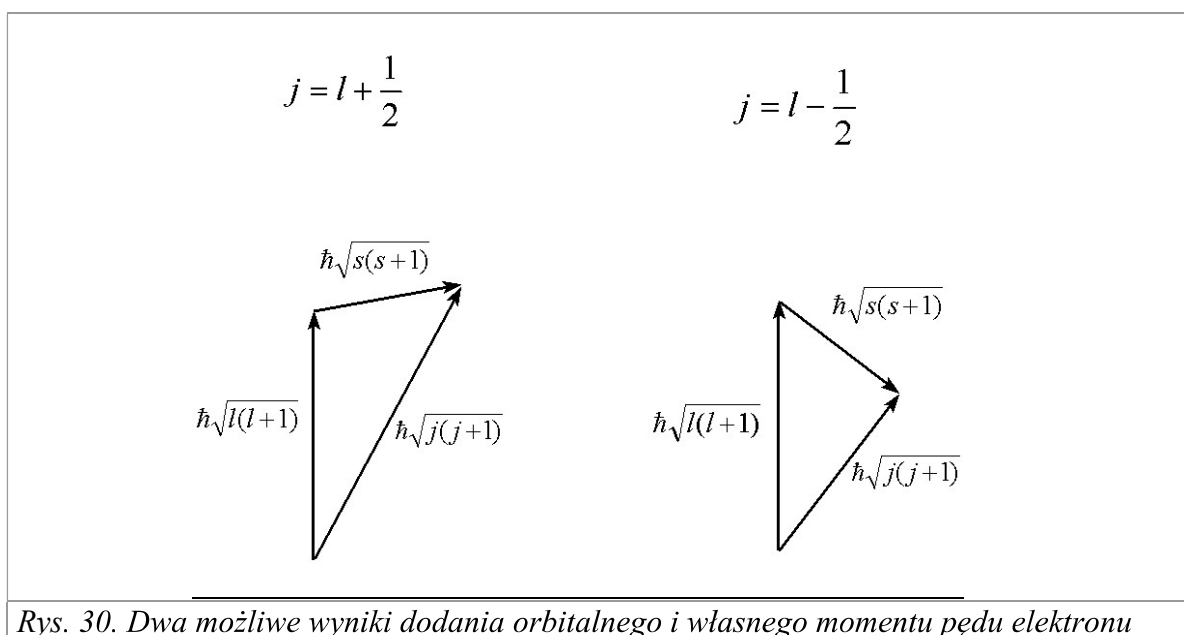
Dla *pojedynczego elektronu* wektory całkowitego (**j**), orbitalnego i własnego momentu pędu (**s**) sumują się w sposób wektorowy:

$$\mathbf{j} = \mathbf{l} + \mathbf{s}$$

lecz jednocześnie odpowiednie liczby kwantowe (j, l, s) muszą spełniać związek:

$$j = l \pm s$$

Prowadzi to do dwóch możliwych wyników dodania wektorów **l** i **s** – Rys. 30.



Rys. 30. Dwa możliwe wyniki dodania orbitalnego i własnego momentu pędu elektronu

W przypadku wypadkowego momentu pędu całego atomu sytuacja jest bardziej skomplikowana. Przy dodawaniu momentów pędu, zgodnie ze schematem pokazanym powyżej, końcowy wynik zależy od kolejności wykonywania sumowań. W związku z tym można wyróżnić dwa typy sprzężenia:

1) Sprzężenie Russella-Saundersa: L – S. Zachodzi ono dla pierwiastków lekkich. Najpierw sumujemy orbitalne momenty pędu wszystkich elektronów w atomie, następnie wszystkie momenty własne i w końcu dodajemy te otrzymane wektory:

$$\sum_i \mathbf{l}_i \Rightarrow \mathbf{L} \quad ; \quad \sum_i \mathbf{s}_i \Rightarrow \mathbf{S} \quad ; \quad \mathbf{L} + \mathbf{S} \Rightarrow \mathbf{J}$$

2) Sprzężenie j-j, które zachodzi dla pierwiastków ciężkich. Momenty pędu dodajemy w następującej kolejności:

$$\mathbf{l} + \mathbf{s} \Rightarrow \mathbf{j} \quad \text{ i następnie } \quad \sum_i \mathbf{j}_i \Rightarrow \mathbf{J}$$

Wiele pierwiastków wykazuje sprzężenie pośrednie pomiędzy L – S oraz j – j.